

СЕКЦИЯ 4. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

ПОРОШКОВЫЕ ПРОВОЛОКИ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ЖАРОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ ДУГОВОЙ МЕТАЛЛИЗАЦИЕЙ

Невежин С.В., Легчило В.В., Базлова Т.М., Князева А.А.

*Руководители - д.т.н., проф. Коробов Ю.С., д.т.н., проф. Филиппов М.А.
ФГАОУ ВПО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»,
г. Екатеринбург
snevezhin@gmail.com*

Для повышения жаростойкости деталей, работающих в условиях высокотемпературной газовой коррозии, например труб топочных экранов и пароперегревателей (ТЭ и П) бойлеров тепловых электростанций, применяют нанесение защитных покрытий методом дуговой металлизации (ДМ) порошковых проволок (ПП) из сплавов системы легирования Fe-Cr-Al [1]. Их жаростойкость обусловлена формированием на поверхности оксидной пленки Al_2O_3 , которая характеризуется высокой температурой плавления, химической и термической стабильностью. Однако протекание при нагреве покрытий процессов локальной высокотемпературной коррозии, диффузии кислорода и азота в подокалинные слои приводят к снижению жаростойкости.

Применение указанных сплавов в форме ПП для нанесения жаростойких покрытий с помощью высокопроизводительного метода активированной дуговой металлизации (АДМ) [2] (до 15 кг/ч при напылении стали) позволяет получить металл покрытия сложной системы легирования, что необходимо для защиты от комплексных воздействий, как в случае высокотемпературной коррозии труб ТЭ, П. При этом АДМ-покрытия соответствуют по качеству плазменным и детонационным покрытиям при снижении относительной стоимости нанесения покрытия в сравнении с указанными методами в 3-10 раз, благодаря чему достигается увеличение межремонтного срока службы бойлеров при снижении стоимости и сроков проведения антикоррозионных работ.

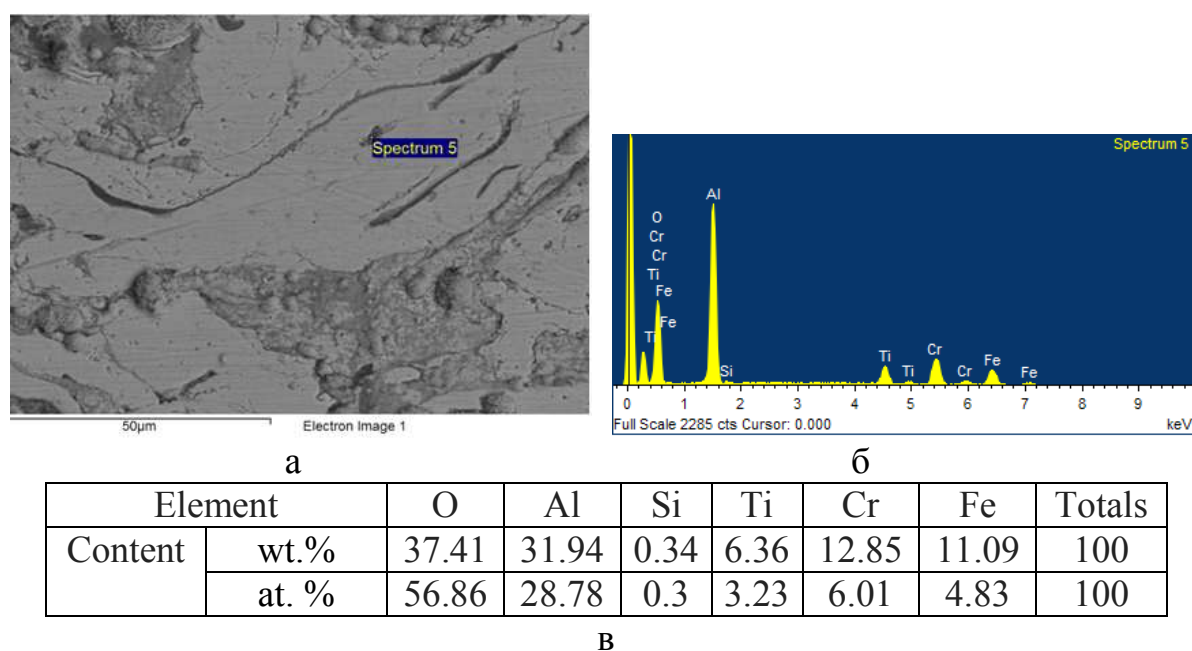
Однако в настоящее время на российском рынке отсутствуют ПП для нанесения жаростойких металлизационных покрытий на трубы ТЭ, П бойлеров тепловых электростанций, что ограничивает применение ДМ в электроэнергетике.

Для жаростойких применений нами разработана порошковая проволока (ПП) указанной системы легирования, марки ППМ - 7, в состав которой дополнительно введены кремний и титан.

Исследования показали, что введение титана препятствует развитию локальной высокотемпературной коррозии. В покрытии при этом образуются термодинамически стабильные и жаростойкие карбиды TiC. При этом предотвращается формирование железохромистых карбидов (Fe,Cr)₃C и шпинелей (Fe,Cr)O, обладающих низкими защитными свойствами (рисунок 1).

При нагреве за счет диффузии железа к поверхности окалины, а также диффузии кислорода и азота в подокалинные слои происходит образование оксидов железа FeO и нитридов алюминия AlN, что негативным образом сказывается на жаростойкости покрытий. С целью торможения указанных диффузионных процессов, в шихту разработанной ПП введен кремний, что приводит к образованию подокалинного диффузионно-барьерного слоя окисла SiO₂, при этом предотвращено формирование FeO и AlN.

Для разработанных ПП после нагрева покрытий до 700°C были проведены изучение структуры и испытания на жаростойкость.



а - микроструктура; б - SEM-спектр, в - расшифровка спектра

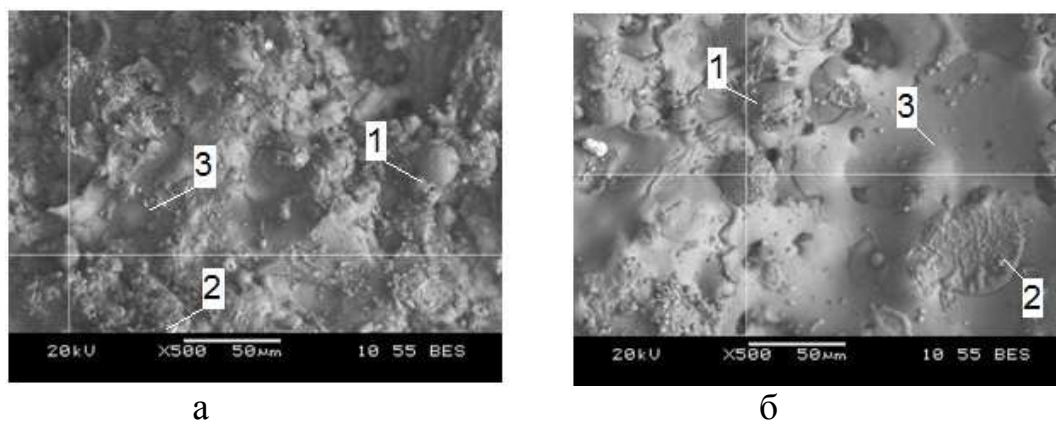
Рисунок 1 - Результаты растровой электронной микроскопии Fe-Cr-Al-Ti покрытий

При увеличении видно, что в структуре преобладает оксид алюминия, его количество увеличивается при добавлении кремния и титана, рисунок 2.

Испытания на жаростойкость были проведены при выдержке в течение 24 часов при температуре 700°C. Удельная потеря массы образцов с АДМ-покрытием составляет 0,4 г/(м²ч). Это на порядок ниже аналогич-

ных значений для перлитных и мартенситно-ферритных сталей, широко используемых в котлостроении, таких как 12Х1МФ ГОСТ 20072 и 1Х12В2МФ ГОСТ 5632, составляющих 10-80 г/(м²ч) и сопоставимы с показателем аустенитных сталей 1Х18Н12Т и Х23Н18 ГОСТ 5632, составляющих 0,1-0,4 г/(м²ч) [3, 4].

Представленные проволоки для нанесения жаростойких покрытий освоены в серийном производстве и могут быть поставлены потребителям.



а - Fe-Cr-Al, б - Fe-Cr-Al-Si-Ti
1 - Fe₂O₃, 2 - Cr₂O₃, 3 - Al₂O₃

Рисунок 2 - Микроструктура поверхности покрытий после выдержки в течение 24 часов при температуре 700 °С

Список использованной литературы:

1. V. Pokhmurs'kyi, M. Student, B. Formanek, V. Serivka, Yu. Dz'oba, V. Dovhunya, I. Sydorak. Heat resistance of electric arc coatings made of Fe-Cr-B-Al powder wire // Materials Science, Vol. 39, No. 6, 2003.
2. Коробов Ю. С., Прядко А. С. Активированная дуговая металлизация - новый шаг в защите деталей от износа и коррозии. // Ремонт, восстановление, модернизация. -2005. - № 10. - С. 38-40.
3. Никитин В.И. Расчёт жаростойкости металлов. - М.: Металлургия, 1976. - 207с.
4. Viswanathan R., Sarver J., and Tanzosh J.M. Boiler Materials for Ultra-Supercritical Coal Power Plants - Steamside Oxidation. Journal of Materials Engineering and Performance, Volume 15(3) June 2006, p. 255-274.